



저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

생활과학석사학위논문

증건 횟수에 따른 우엉의
이화학적 변화 및
관능적 특성 연구

Changes on Physicochemical Properties and
Sensory Characteristics of Burdock
(*Arctium lappa* L.) according to Steaming
and Drying Process Times

2014년 12월

서울대학교 대학원
식품영양학과
이 금 양

국문초록

우엉은 다양한 생리활성을 가지고 있으며 가격이 저렴하고 재배가 쉬운 특징이 있어 각광받고 있으나, 아직은 가공 제품에 대한 연구가 활발하지 않은 실정이다. 우엉과 같은 근채류의 일종인 인삼, 도라지, 더덕 등이 증숙 및 건조과정 의해 생리활성 성분이 증가된다는 보고가 있으므로, 본 연구에서는 증건 과정을 우엉에 적용하여 특성을 분석함으로써, 우엉의 활용을 증대시키고자 하였다. 증건 우엉을 제조하기 위하여 증숙(3h, 90~95℃)과 열풍건조(20h, 60℃)를 9회 반복 수행하여 시료를 제조하였으며, 이화학적 특성, 항산화 활성 및 관능적 특성 변화를 분석하였다. 일반성분의 경우 생 우엉에서 81.95%의 수분함량을 보였으며, 증건함에 따라 감소하여 최종적으로 7.64%의 함량을 보였다. 탄수화물, 조단백, 조지방의 함량은 수분함량이 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 조섬유의 함량은 초기 1.83%에서 9회 증건 시 24.21%로 크게 증가하였다. 추출 수율은 생 우엉에서 68.95%이었으나 이후 감소하여 9회 증건 우엉에서 27.10%를 나타내었다. 총 수용성 당, 환원당, 이눌린 함량을 측정한 결과, 생 우엉은 총 수용성 당의 약 86%가 이눌린으로 구성되어 있었고, 증건 과정을 거침에 따라 열작용에 의해 이눌린이 분해되고 환원당이 생성되어 4-9회 증건 시료에서 총 수용성 당의 81~96%가 환원당인 것으로 확인되었다. 분말색도의 경우, 명도는 초기 84.49에서 9회 증건 처리 시 39.41로 점차 감소하였으며, 적색도와 황색도는 4회 증건 처리 시까지 증가한 후 이후 감소하였다. 열수추출물의 갈색도는 7회 증건 처리 시까지 증가한 후 감소하는 경향을 보였다. 조사포닌은 5회 증건 시료에서 6.17%의 최대 함량을 보였으며, 총 폴리페놀은 3, 5회 증건 처리

시료에서 약 18~19 mg GAE/g의 가장 높은 함량을 나타내었다. 이와 유사하게 DPPH, ABTS 자유라디칼 소거능과 FRAP활성에서도 3, 5회 증건 시료에서 높은 항산화 활성을 보였다. 관능평가 결과 생 우엉 및 초기 증건 시료에서 풋내, 뿌리채소 냄새, 쓴맛, 떼은, 금속성의 특성이 있었으나, 이후 증건 횟수가 증가함에 따라 감소하였고, 반면에 단 냄새, 구수한 냄새, 카라멜 향미 및 바디감의 특성 정도가 높아진 것을 확인 하였다. 실험결과를 종합해 보았을 때, 생 우엉의 경우 이눌린의 생리활성 효과가 기대되며, 3-5회 증건한 우엉에서는 총 폴리페놀 및 사포닌 함량의 증가로 인한 높은 항산화 활성과 단맛을 기대 할 수 있을 것으로 사료된다. 이번 연구를 통해 우엉 증건 횟수에 따른 이화학적 특성 변화 및 관능적 특성을 확인하였으며, 우엉의 이용 가능성을 증진 시킬 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 우엉, 증숙 및 건조 가공, 이화학적 특성, 항산화 활성, 관능평가
학 번 : 2013-21504

목 차

국문초록	i
목차	iii
표목차	vi
그림목차	vii
 I. 서론	 1
 II. 재료 및 방법	 3
 1. 실험재료 및 시료준비	 3
1.1. 실험재료	3
1.2. 증건처리조건	3
2. 실험방법	5
2.1. 이화학적 특성 분석	5
2.1.1. 일반성분 분석	5
2.1.1.1. 수분 정량	5
2.1.1.2. 조단백 정량	6
2.1.1.3. 조지방 정량	7
2.1.1.4. 조회분 정량	7
2.1.1.5. 탄수화물 정량	8
2.1.1.6. 조섬유 정량	8
2.1.2. 분말색도	9
2.1.3. 열수추출 및 추출수율	9
2.1.4. 갈색도	9

2.1.5. 총 수용성 당 함량	10
2.1.6. 환원당 함량	10
2.1.7. 이눌린 함량	11
2.1.8. 조사포닌 함량	11
2.1.9. 총 폴리페놀 함량	12
2.2. 항산화 활성 측정	12
2.2.1. DPPH 자유 라디칼 소거 활성능	12
2.2.2. ABTS 자유 라디칼 소거 활성능	13
2.2.3. FRAP 활성 측정	14
2.3. 관능평가	15
2.3.1. 패넬 모집 및 선발	15
2.3.2. 패넬 훈련 및 용어 수집	15
2.3.3. 시료 제조 및 관능평가	16
2.4. 통계처리	16

III. 실험결과 및 고찰	17
1. 이화학적 특성	17
1.1. 일반성분	17
1.2. 분말색도	19
1.3. 추출 수율	21
1.4. 갈색도	23
1.5. 총 수용성 당 함량	25
1.6. 환원당 함량	26
1.7. 이눌린 함량	27
1.8. 조사포닌 함량	29
1.9. 총 폴리페놀 함량	31
2. 항산화 활성	33
2.1. DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거 활성능	33
2.2. FRAP 활성	36
3. 관능평가	38
IV. 요약 및 결론	43
참고문헌	46
Abstract	53

표 목차

Table 1. The proximate composition of burdock according to steaming and drying process times.

Table 2. Hunter' s color value of dried burdock powders according to steaming and drying process times.

Table 3. Trolox equivalent antioxidant capacity and EC_{50} value of burdock according to steaming and drying process times.

Table 4. Sensory evaluation of burdock according to steaming and drying process times.

그림 목차

Fig. 1. The flow chart of sample preparation for experiments.

Fig. 2. Yield of hot water extraction of dried burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 3. Browning index of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 4. Total soluble sugar content of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 5. Reducing sugar content of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 6. Inulin content of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 7. Crude saponin content of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 8. Total polyphenol content of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 9. FRAP activity of burdock according to steaming and drying process times.

Fig. 10. QDA profiles for the sensory evaluation scores of burdock according to steaming and drying process times.

I. 서론

우엉(*Arctium lappa* L.)은 국화과에 속하는 2년생 초본으로써 높이는 1.5m, 뿌리길이는 66~77 cm 정도이며 곧게 뻗어 자란다(Lee CB 등 2003, Lim JA 등 1998). 원산지는 유럽 및 아시아의 온난 지역으로, 주로 유럽, 시베리아, 중국 동북부에 야생하고 일본에서 많이 재배하고 있다(Do BS 등 2001). 또한 우엉은 난소화성 물질인 이눌린을 많이 함유하고 특유의 향기와 약리효과가 있으며 식이섬유가 많은 것으로 알려져 있다(Lee JH 등 2003).

우엉에 함유된 주요 성분으로 이눌린(inulin)을 비롯하여 리그난(lignan), 테르페노이드(terpenoids), 스테롤(sterol)등으로, 이눌린은 항당뇨 및 혈압강하에, 리그난의 일종인 arctigenin과 arctiin은 항종양에 효과적인 것으로 발표되었다(Li YJ 등 2008, Rault-Nania MH 등 2008, Awale S 등 2006, Takasaki M 등 2000, Chan YS 등 2011). 또한 우엉의 페놀성 화합물에는 caffeic acid, chlorogenic acid, tannin 등의 폴리페놀이 존재한다고 알려져 있으며, 이들은 항산화 활성뿐만 아니라 항암, 항종양, 고혈압 억제 등의 다양한 효능이 있다고 보고되었다(Pari L 등 2008, Maruta Y 등 1995).

우엉에 대한 기존의 연구내용을 살펴보면 주로 생리활성 성분 분석과 항산화능 및 항염에 관한 연구에 관한 것이며, 우엉을 첨가하여 제조한 식품의 특성을 보는 연구가 주를 이루고 있다(Im DY 등 2014, Hong II 등 2014, Kim MK 등 2010, Lim JH 등 2005). 최근 우엉이 기능성식품 소재로 각광받음에 따라 덩음 공정을 거친 건조우엉차와 같은 가공제품에 대한 수요증가가 이뤄지고 있으나, Chen FA 등 (2004)이 수행한

열처리에 관한 연구 이외에 가공공정이 우영의 품질이나 성분에 미치는 영향에 대한 연구는 미비한 것으로 확인되었다.

증건법(蒸乾法, Steaming and drying)이란 증기로 찌 후 건조하는 것으로, 함유 성분 중 탄수화물 함량이 높은 근(根)과 근경류를 약재로 사용할 때 이용하는 가공방법이다(Ju YS 등 2005). 증건 공정은 작물 구성성분의 변화를 야기해 새로운 화합물을 만들어 내거나 고분자 화합물을 분해해 저분자물질을 생성하며, 작물의 조직을 파괴하여 유용성분 용출을 극대화 하는 공정으로 알려져 있다(Song CH 등 2012). 이러한 가공법은 주로 인삼에 이용되어 홍삼 및 흑삼을 제조하며, 최근 아홉 번의 증건 처리한 구증구포 흑삼의 효능이 밝혀짐에 따라 이에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다(Hong HD 등 2007, Kim HJ 등 2011). 최근 이러한 경향으로 인삼 이외에 도라지, 더덕 등 근채류의 증숙 가공에 따른 특성 변화에 관한 연구가 보고되고 있으나, 우영 증숙에 관한 연구는 선행되지 않은 것으로 나타났다(Song CH 등 2012, Hong HD 등 2007).

따라서 본 연구에서는 국내산 우영 뿌리를 이용하여 아홉 번의 증건 공정을 반복하면서 단계별로 일반성분, 추출수율, 총 수용성 당, 환원당 및 이눌린 함량, 색도, 갈색도, 조사포닌 및 총 폴리페놀 함량 등의 이화학적 특성과 항산화 활성 및 관능적 특성의 변화를 살펴보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료 및 전처리

1.1 실험재료

본 연구에서는 경남 진주에서 2014년 7월경에 갓 수확한 우영을 농장에서 직접 구입하여 5℃에 보관하며 실험 시료로 사용하였다.

1.2. 증건처리조건

우영시료의 증숙 및 건조처리는 Fig. 1과 같이 수행하였다. 즉, 우영뿌리를 수세 후, 일정한 크기(길이 2.0 m, 지름 2.0–2.5 cm)로 세절하여 찜통(WMF Steamer, Germany)을 사용하여 90~95℃에서 3시간 동안 증숙하였다. 증숙한 우영은 열풍건조기(LD-918BH, L' equip, Korea)를 이용하여 60℃에서 20시간 건조하였으며, 이러한 증건 과정을 9번 반복 실시하였다. 각 단계의 우영은 일정량 무작위로 채취하여 분쇄기(HR-2860, Philips, Korea)로 1000 μ m이하로 분쇄하여 이화학적 분석 및 관능평가 시료로 사용하였다.

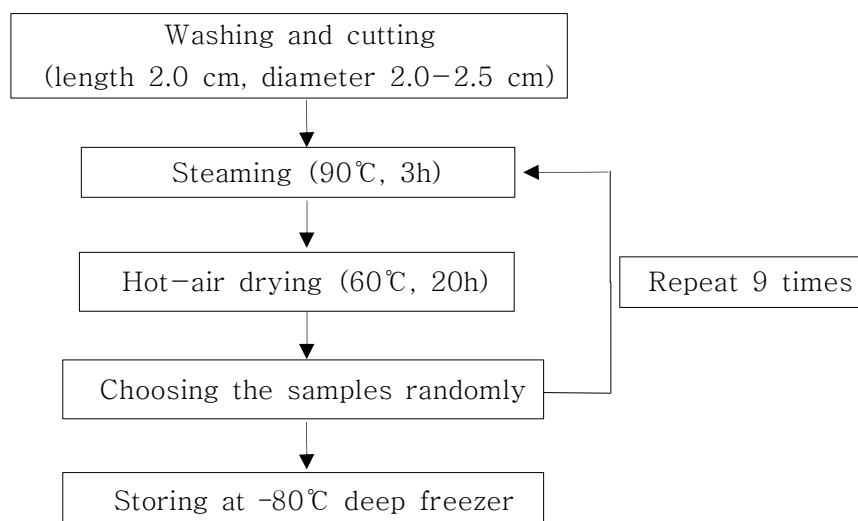


Fig. 1. The flow chart of sample preparation for experiments.

2. 실험 방법

2.1. 이화학적 특성 분석

2.1.1. 일반성분 분석

2.1.1.1. 수분 정량

수분 함량은 105℃ 상압가열건조법(AOAC, 1990)을 이용하여 측정하였다. 생 우영 및 증건 우영 분말 1 g을 칭량접시에 넣은 다음 105℃의 dry oven(Daihan Scientific, Korea)에 넣어 16시간 건조시켰다. 건조 후 방냉과 칭량과정을 반복하여 함량을 확인한 후, 아래의 식에 대입하여 수분을 정량하였다.

$$\text{수분(\%)} = (W_1 - W_2) / (W_1 - W_0) \times 100$$

W_0 : 칭량접시의 무게(g)

W_1 : 시료와 칭량접시의 무게(g)

W_2 : 건조 후 시료와 칭량접시의 무게(g)

2.1.1.2. 조단백 정량

조단백 정량은 Kjeldahl 질소정량법(AOAC, 1990)을 이용하여 측정였다. 분해과정을 위해 증건 우영 및 생 우영 분말 1 g을 Kjeldahl 플라스크에 넣은 다음 분해 촉매제(Kjeltabs Se, FOSS, Korea) 2개와 진한 황산 H_2SO_4 12 mL을 가하여 혼합하고 420℃로 설정된 분해 장치(Tecator Digester, FOSS, Korea)에서 2시간 동안 반응시켰다. 분해 완료 후 30분간 냉각시키고 Auto Kjeldahl system(Kjeltec 1026, Foss, Korea)에서 증류 및 중화하여 0.1 N HCl 표준용액으로 적정하였다. 또한 공시험을 병행하여 아래와 같은 식으로 조단백질 함량을 구하였다.

$$\text{조단백}(\%) = \{(B-M) \times 0.0014 \times f \times D \times N\} / S \times 100$$

B: Blank test의 0.1 N HCL 표준 용액의 적정 소비량(mL)

M: 시료의 0.1 N HCL 표준 용액의 적정 소비량(mL)

0.0014: 0.1 N HCL 표준 용액의 1 mL에 상당하는 질소량(g)

f: 0.1 N HCL 표준 용액의 factor(1.000)

D: 희석배수

N: 질소계수(6.25)

S: 시료의 채취량(g)

2.1.1.3. 조지방 정량

조지방 정량은 Soxhlet's 추출법(AOAC, 1990)을 이용하여 측정하였다. 증건 우영 및 생 우영 분말 2 g을 원통여지에 넣은 다음, 항량 된 수기에 petroleum ether를 140 mL 넣은 후 냉각관, 추출관, 수기를 연결하여 heating block(Wisd heating mantle, Daihan agent, Korea)에서 60~70℃ 정도로 12시간 가온하였다. 추출이 끝난 후 수기를 분리하여 105℃에서 1시간 건조한 후 30분간 방랭, 칭량 과정을 항량이 될 때까지 반복하였으며 아래와 같은 식에 대입하여 조지방 함량을 구하였다.

$$\text{조지방(\%)} = (W_1 - W_0) / S \times 100$$

W_0 : 지방 추출 후 건조한 수기의 중량(g)

W_1 : 수기의 중량(g)

S : 시료 채취량(g)

2.1.1.4. 조회분 정량

조회분 함량은 550℃ 직접회화법(AOAC, 1990)을 이용하였다. 항량 된 도가니에 증건 우영 및 생 우영 1 g을 넣고 550℃ 회화로에서 24시간 동안 회화하였다. 회화 후 방랭, 칭량하여 항량이 될 때까지 이 과정을 반복하였고, 아래와 같은 식으로 조회분 함량을 계산하였다.

$$\text{조회분(\%)} = (W_2 - W_0) / (W_1 - W_0) \times 100$$

W_0 : 항량된 도가니의 중량(g)

W_1 : 회화 전의 도가니와 시료의 중량(g)

W_2 : 회화 후의 도가니와 회분의 중량(g)

2.1.1.5. 탄수화물 정량

시료의 무게가 100%일 때 수분, 조지방, 조단백, 조회분의 함량(%)을 빼서 탄수화물의 함량(%)을 구하였다.

$$\text{탄수화물}(\%) = 100\% - (\text{수분} + \text{조지방} + \text{조단백} + \text{조회분 함량})\%$$

2.1.1.6. 조섬유 정량

조섬유 함량은 Henneberg-Stohmann 개량법을 이용하여 측정하였다. 증건 우영 및 생 우영 분말 2 g을 필터 백에 넣고 밀봉한 후, ethyl ether를 이용해 탈지한 다음, 조섬유 추출기(Ankom2000, USA)에 장치하여 조섬유를 추출하였다. 0.255 N H_2SO_4 용액으로 40분간 산 분해한 후, 시약을 배출하고 뜨거운 증류수로 세척하였다. 0.13 N NaOH 용액으로 위의 과정을 반복한 뒤 꺼내어 acetone으로 세척한 다음 실온 건조시킨 후에 $102 \pm 2^\circ\text{C}$ 의 dry oven에서 24시간 동안 건조하였다. 항량된 도가니에 시료를 넣어 회화시킨 후 무게를 재어 아래와 같은 식으로 조섬유 함량을 계산하였다.

$$\text{조섬유}(\%) = \{W_3 - (W_1 \times C_1)\} / W_2 \times 100$$

W_1 : 필터백의 중량(g)

W_2 : 시료 중량(g)

W_3 : 유기 물질 중량(백과 섬유 연소 시 무게 손실)

C_1 : 빈 백/오리지널 빈 백 연소 시 가동 평균 중량

2.1.2. 분말색도

증건 단계별 우영의 색도를 측정하기 위해 동결건조한 분말을 petri dish(\varnothing 3.5cm)에 채워 색도 측정용 시료로 사용하였으며, 색차계 (CM-5, Minolta, Japan)를 이용하여 3회 반복 측정하였다. Hunter's color value의 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값으로 나타내었으며, 이때의 표준 백판은 $L=95.69$, $a=-0.19$, $b=-0.21$ 이었다.

2.1.3. 열수추출 및 추출수율

동결건조 증건 우영 분말에 20배의 3차 증류수를 넣고 항온수조 (BS-31, Jeiotech, Korea)를 이용하여 90℃에서 1시간 동안 120 rpm으로 교반 추출하였다. 추출액을 여과지(Whatman No.1)로 거른 후, 잔사는 위와 동일한 방법으로 반복 추출하여 열수 추출물을 획득하였다. 이를 동결 건조하고 무게를 측정하여 수율을 구하였으며, 추출물은 -80℃에서 보관하며 이화학적 특성 및 항산화능 분석 시료로 사용하였다.

2.1.4. 갈색도

갈색도는 시료의 열수추출물을 분광광도계 (Optizen 2120 UV, Mecasys, Korea)를 사용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.1.5. 총 수용성 당 함량

생 우엉 및 증건 우엉의 총 수용성 당 함량은 phenol-sulfuric acid법 (Dubois M 등 1956)으로 측정하였으며, 열수추출 후 동결 건조한 분말을 희석하여 실험에 사용하였다. 시료용액 1 mL에 5% (v/v) phenol (Sigma Chemical Co. USA) 용액 1 mL와 95% 황산 (Sigma Chemical Co. USA) 5 mL를 가하여 발열시킨 후 30분 동안 상온에서 반응시켰다. 이후 분광광도계 (Optizen 2120 UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 470 nm에서 흡광도를 측정하였으며, D-(-)-fructose (Sigma Chemical Co. USA)를 표준물질로 사용하여 총 수용성 당 함량을 구하였다.

2.1.6. 환원당 함량

환원당은 dinitrosalicylic acid (DNS) 법 (Miller GL 등 1959)에 의해 측정하였다. 열수추출 시료용액 1 mL에 DNS reagent 1 mL를 혼합한 뒤 끓는 물에서 15분 동안 반응시킨 후, 방냉한 것을 분광광도계 (Optizen 2120 UV, Mecasys, Korea)를 이용하여 570 nm에서 흡광도를 측정하였으며, D-(-)-fructose (Sigma Chemical Co. USA)를 표준물질로 사용하여 환산하였다.

2.1.7. 이눌린 함량

이눌린 함량은 Wei 등(2007)의 방법을 이용해 분석하였다. 시료의 열수 추출물로 Inulin(Sigma Chemical Co, USA)을 표준물질로 하여 총당 함량을 구하였으며, D - (-) - fructose를 표준물질로 하여 환원당 함량을 측정하였다. 이를 이용하여 아래의 식을 통해 이눌린 함량을 산출하였다.

이눌린 함량(mg/g dry basis) =

총 당 함량(mg/g dry basis) - 환원당 함량(mg/g dry basis)

2.1.8. 조사포닌 함량

조사포닌은 n-butanol 추출법(Shibata M 등 1971)에 따라 정량하였다. 생 우영과 증진 우영의 건조분말 2.5 g에 80% methanol 25 mL를 가하여 70℃ 수욕 상에서 1시간 동안 추출한 다음, 여과(Whatman No.2)하였다. 이러한 추출과정을 2회 반복 실시하여 얻은 추출물을 50℃에서 감압 농축한 후, 증류수 25 mL를 가하고 diethylether 25 mL로 2회 반복 추출하여 지용성 성분을 제거하였다. 이후 수포화 butanol 25 mL를 가하여 3회 반복 추출한 후, 미리 항량한 농축 플라스크에 회수하여 감압 농축하였으며, 105℃에서 항량하여 조사포닌 함량을 구하였다.

2.1.9. 총 폴리페놀 함량

생 우엉 및 증건 우엉의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu reagent 방법(Singleton 등 VL 1965)을 일부 변형하여 분석하였다. 열수 추출물을 4 mg/mL 농도로 녹인 시료 60 μ L에 증류수 300 μ L을 가한 후, 2 N Folin-Ciocalteu phenol reagent(Sigma Chemical Co. USA) 900 μ L를 넣고 교반하며 반응시켰다. 이후 30% Na_2CO_3 용액 900 μ L를 가하고 암실에서 2시간 동안 반응시켜 분광광도계(DU530 spectrophotometer, Beckman, USA)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다.

2.2. 항산화 활성 측정

2.2.1. DPPH 자유 라디칼 소거 활성능

DPPH 자유기 소거 활성능은 Brand-Williams W 등(1995)의 방법에 따라 측정하였다. 시료의 열수추출물을 0.5~1.5 mg/mL의 농도로 희석한 용액 160 μ L에 0.2 mM DPPH(2,2-diphenyl-picrylhydrazyl, Sigma Chemical Co. USA)용액 640 μ L를 가하여 암소에서 30분 동안 반응시킨 후, 분광광도계(SpectraMax 190, Molecular Devices, USA)를 이용하여 517 nm 파장에서 흡광도를 측정하였다. 양성 대조군으로 10~80ppm 농도의 Trolox(Sigma Chemical Co, USA)를 사용하여 표준 검량 곡선($R^2=0.9996$)을 작성하였고 trolox equivalent antioxidant activity(mg TEAC/g dried weight)로 환산하여 나타내었다.

2.2.2. ABTS 자유 라디칼 소거 활성능

ABTS (2,2'-Azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)diammonium salt) 자유기 소거 활성능은 Kim DO 등(2002)의 방법을 일부 수정하여 측정하였으며, 생 우영 및 증건 우영의 분말 열수 추출물을 0.5~4.0 mg/mL 농도로 희석하여 사용하였다. PBS(100 mM potassium phosphate buffer, pH 7.4)에 1.0 mM AAPH와 2.5 mM ABTS(Sigma Chemical Co. USA)를 1:1로 섞어 70℃ 항온수조에서 1 시간 정도 반응시켜 ABTS 용액을 만들었으며, 시료용액에 49배의 ABTS 용액을 넣어 37℃ 항온 수조에서 10분간 반응시킨 후, 734 nm 에서 흡광도를 측정하였다. 양성 대조군으로 30~300ppm 농도의 Trolox를 사용하여 표준 검량 곡선($R^2=0.9997$)을 작성하였고 시료의 ABTS 자유기 소거 활성능을 trolox equivalent antioxidant activity(mg TEAC/g dried weight)로 환산하여 나타내었다.

2.2.3. FRAP 활성 측정

FRAP(ferric ion reducing antioxidant power) 활성은 Benzie 등 (1996)의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 300 mM acetate buffer(pH 3.6)와 40 mM HCl에 용해시킨 10 mM TPTZ 용액, 20 mM $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 용액을 제조하여 10:1:1의 비율로 혼합한 뒤, 37℃의 수욕 상에서 가온한 것을 FRAP 기질용액으로 사용하였다. FRAP 용액 1500 μL 에 1 mg/mL 농도로 희석한 시료용액 200 μL 를 넣고 교반 후, 실온에서 30분 반응시켰으며, 분광광도계(SpectraMax 190, Molecular Devices, USA)를 이용하여 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. 50~400ppm 농도의 Trolox를 사용하여 표준 검량 곡선($R^2=0.9996$)을 작성하였고 시료의 FRAP 활성을 trolox equivalent antioxidant activity(mg TEAC/g dried weight)로 환산하여 나타내었다.

2.3. 관능평가

2.3.1. 패널 모집 및 선발

관능평가는 생 우영 및 증건 횡수(1, 3, 5, 7, 9)에 따른 우영의 관능적 특성을 평가하고자 정량적 묘사분석법(Quantitative Descriptive Analysis)을 행하였다. 패널 모집은 서울대학교 식품영양학과 대학원생 중, 관능평가에 풍부한 경험이 있고 우영 알레르기 및 시료에 거부감이 없는 사람들을 대상으로 하였으며, 모집 후 미각 평가를 통해 최종 9명의 패널을 선발하였다.

2.3.2. 패널 훈련 및 용어수집

패널 훈련은 시료에 익숙해짐과 동시에 증건 횡수에 따른 차이를 구분할 수 있도록 단순차이검사(paired comparison tests)와 순위법(ranking tests)을 적용하여 훈련하였다. 또한 시료의 관능적 특성용어 수집을 위해 생 우영 및 4, 8회 증숙 우영 시료를 제시하여 맛을 보고 떠오르는 용어를 자율적으로 표기하도록 하였다. 이후 패널내 토의 및 합의를 통한 생 우영과 증건 우영 평가에 적합한 관능용어 수집 결과, 외관(갈색정도, 연두색정도), 냄새(단 냄새, 구수한 냄새, 풋내, 뿌리채소 냄새), 후각적 지각(카라멜 향미, 뿌리채소 향미), 미각적 지각(단맛, 쓴맛), 구강감각요인(떫은, 금속성, 바디감), 후미(입안이 코팅되는 정도, 구수함)의 15개의 관능용어가 최종 선정되었다.

2.3.3. 시료 제조 및 관능평가

관능평가 시료는 생 우엉 및 증건 우엉의 건조 분말을 사용하였으며, 건조분말 10 g에 끓인 정수 물 1 L를 가하여 5분간 추출한 후 여과지(Whatman No.1)로 여과하여 제조하였다. 시료는 관능평가 1시간 전에 일괄적으로 제조하여 시간에 따른 특성 변화를 최소화하였으며, 시료의 온도는 20℃로 제공하였다. 관능평가는 3일에 걸쳐 총 세 번 평가를 실시하였으며, 15 cm 선 척도에 생 우엉 및 증건 우엉의 특성 강도를 표시하도록 하였다.

2.4. 통계처리

본 연구 결과는 IBM SPSS Statistics(Ver. 21.0) 통계 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 나타내었다. 실험항목에 따라서 증건 횟수에 따른 차이를 검정하기 위해 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 이용하여 $p < 0.05$ 수준에서 동일 집단군을 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 이화학적 특성 분석

1.1. 일반성분 분석

생 우영과 1-9회 증건 우영의 일반성분을 비교분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량을 측정한 결과, 생 우영은 81.95%로 가장 높은 값을 보였으며, 1회 증건 후 32.05%로 크게 감소하였다. 이후 점차 감소하여 7회 증건한 시료에서 16.33%, 8, 9번 증건 시료에서는 7번 시료 대비 절반가량으로 크게 감소하였다. 인삼을 시료로 한 Hong HD 등(2007)의 연구에서도 증건 횟수가 증가함에 따라 수분함량이 감소한다고 보고하였으며, 본 연구와 같은 경향을 보인 것을 확인할 수 있었다. 증건 횟수에 따른 우영의 탄수화물, 조단백, 조지방의 함량은 수분 함량이 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 생 우영의 조섬유 함량은 1.83%로 탄수화물 전체 중량 중 12%에 해당하였으며 Han SJ 등(1993)의 연구에서 생 우영의 조섬유의 함량을 1.63%라고 보고한 결과와 유사하였다. 우영의 조섬유 함량은 증건 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 9회 증건 시료에서 24.21%의 함량을 보였다. 이는 총 탄수화물 중량의 26%에 해당되는 것으로, 탄수화물 내 조섬유의 비율이 증건 횟수에 따라 증가하는 것을 확인하였다.

Table 1. The proximate composition of burdock according to steaming and drying process times.

(Unit: %, wet basis)

Steaming and drying times	Moisture	Carbohydrate (Crude fiber)	Crude protein	Crude lipid	Ash
0	81.95±0.19 ^{a1)}	15.45 ^g (1.83±0.07 ^j)	1.54±0.11 ⁱ	0.13±0.03 ^h	0.93±0.04 ^g
1	32.05±0.71 ^b	55.60 ^f (6.14±0.09 ⁱ)	8.47±0.04 ^h	0.31±0.01 ^g	3.57±0.08 ^{ef}
2	26.82±0.76 ^c	59.54 ^e (7.38±0.03 ^h)	9.18±0.18 ^g	0.54±0.05 ^f	3.93±0.07 ^{ab}
3	24.17±1.26 ^d	61.78 ^d (8.09±0.19 ^g)	9.41±0.17 ^g	0.65±0.04 ^e	4.00±0.03 ^a
4	23.19±1.42 ^d	62.33 ^d (8.95±0.08 ^f)	9.90±0.14 ^f	0.73±0.04 ^d	3.85±0.02 ^{bc}
5	20.22±1.00 ^e	64.63 ^c (10.33±0.04 ^e)	10.48±0.26 ^e	1.01±0.02 ^c	3.65±0.07 ^{de}
6	21.15±0.43 ^e	62.31 ^d (13.55±0.08 ^d)	11.71±0.07 ^d	1.01±0.08 ^c	3.82±0.02 ^c
7	16.33±1.11 ^f	66.18 ^b (15.21±0.13 ^c)	12.75±0.11 ^c	1.03±0.03 ^c	3.72±0.03 ^d
8	8.83±0.12 ^g	72.50 ^a (21.08±0.18 ^b)	13.87±0.17 ^b	1.16±0.03 ^b	3.64±0.05 ^{de}
9	7.64±0.16 ^g	71.85 ^a (24.21±0.06 ^a)	15.42±0.02 ^a	1.59±0.01 ^a	3.50±0.04 ^f

All results are expressed as mean±SD for three replicates.

¹⁾ Different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

1.2. 분말색도

생 우영과 1-9회 증건 과정을 거친 우영을 색차계로 측정한 Hunter' s color value 값은 Table 2와 같다. 밝기를 나타내는 L값은 생 우영에서 84.49로 가장 높았으며, 이후 4회 증건 시까지 유의적으로 감소하였다. 4, 5회 증건 우영에서는 서로 유사한 L값을 보였고, 이후 다시 감소하여 최종적으로 9회 증건한 우영에서 39.41의 명도 값을 보였다. 적색도를 나타내는 a값은 생 우영의 경우 -0.11로 녹색 계열에 속하는 것으로 확인되었으며, 4회 증건 시료까지 큰 폭으로 증가하여 9.51의 최댓값을 보인 후 다시 감소하는 경향을 보였다. 황색도를 나타내는 b값 역시 증건함에 따라 점차 증가하여 4회 증건 우영에서 25.26의 최댓값을 보여 적색도와 유사한 경향을 보였으며, 그 이후 감소하여 9회 증건 우영에서 19.12의 황색도를 나타내었다. Hong HD 등(2007)은 인삼의 경우 생시료에서 89.56의 명도 값을 보였으나 증건함에 따라 점차 감소하여 9회 증건 인삼에서 51.37의 값을 보였다고 하였으므로, 우영의 명도값의 경향과 유사한 것으로 확인되었으며, 적색도와 황색도 역시 유사한 경향이 있었다.

Table 2. Hunter' s color value of dried burdock powders according to steaming and drying process times.

Steaming and drying times	L ¹⁾	a	b
0	84.49±0.21 ^{a2)}	-0.11±0.02 ^g	8.42±0.10 ^h
1	67.88±0.55 ^b	1.15±0.02 ^f	15.57±0.24 ^g
2	59.03±0.35 ^c	6.09±0.03 ^e	24.03±0.26 ^c
3	52.36±0.59 ^d	7.94±0.25 ^d	24.80±0.41 ^b
4	45.52±0.18 ^e	9.51±0.14 ^a	25.26±0.09 ^a
5	45.75±0.39 ^e	8.91±0.29 ^b	23.74±0.47 ^c
6	42.14±0.29 ^g	9.07±0.06 ^b	22.49±0.05 ^d
7	42.73±0.28 ^f	8.45±0.05 ^c	20.64±0.17 ^e
8	39.77±0.09 ^h	8.17±0.11 ^d	19.55±0.21 ^f
9	39.41±0.12 ^h	8.10±0.24 ^d	19.12±0.26 ^f

All results are expressed as mean±SD for three replicates

¹⁾ L=lightness, a=redness, b=yellowness

²⁾ Different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

1.3. 추출 수율

생 우영과 1-9회 증건 우영의 동결건조 분말을 열수 추출한 수율은 Fig. 2와 같다. 0-3회 증건한 시료에서는 68.95~64.73%의 추출수율을 보였으나, 이후 점차 감소하여 9회 증건한 시료에서 27.10%의 가장 낮은 추출수율을 보였다. Kim CS 등(2006)의 주사현미경을 이용한 증숙 단계별 고려홍삼의 조직의 변화 연구에 의하면, 증건 과정을 반복함에 따라 호화 후 건조에 따른 수축으로 인하여 조직이 치밀해지고 동공 및 세포막의 구분이 없어진다고 하였다. 따라서 증건 횟수의 증가에 따른 추출 수율의 감소는 초기의 수용성 저분자 물질의 용출, 고분자물질의 분해 및 용출, 조섬유 함량의 상대적 증가 및 조직의 수축에 따른 것으로 사료된다.

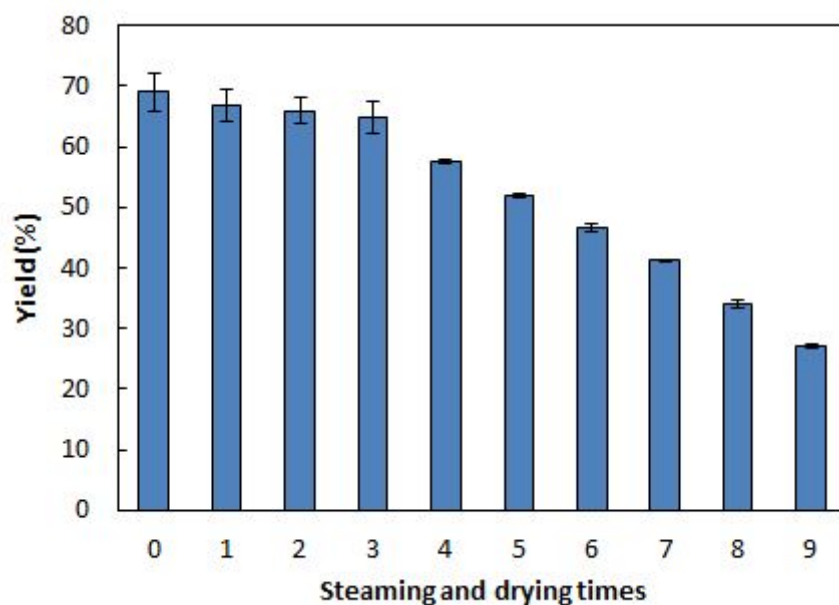


Fig. 2. Yield of hot water extraction of dried burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.4. 갈색도

증건 횟수에 따른 우영 열수추출물의 갈색도는 Fig. 3에 나타내었다. 생 우영의 경우 0.15의 흡광도를 보였으며, 1회 증건 후 0.11로 감소하였다. 이후 7회 증건 까지 유의적으로 증가하여 0.67로 가장 높은 값을 보였고, 8-9회 증건 시에는 다시 감소하여 9회 증건 우영은 0.52의 갈색도를 나타내었다. 갈변(Browning)은 식품을 가공, 저장하는 동안 그 색깔이 점차 갈색으로 변하는 것으로, 식품의 품질 및 기능성에 영향을 미치며, 작용 메커니즘에 따라 효소적, 비효소적 갈변으로 나뉜다(Mathew AG 등 1971). Yamacuchi T 등(2003)에 따르면, 우영에는 polyphenol을 분해하는 polyphenol oxidase가 존재하며, 이는 절단 등 물리적인 자극을 받을 경우 우영에 존재하는 chlorogenic acid를 산화시켜 최종적으로 갈색물질(melanin)이 생성하나, 이러한 작용은 열처리 가공을 통해 저해된다고 보고하였다. 본 연구에서도 1회 증건 후 갈색도가 감소한 것을 보아 열처리에 의해 효소작용이 저해된 것으로 보이며, 이후 갈색도의 증가는 우영의 환원당과 질소화합물의 참여로 생성되는 melanoidin 및 maillard reaction products(MRPs) 때문일 것으로 사료된다(Ashoor SH 등 1984).

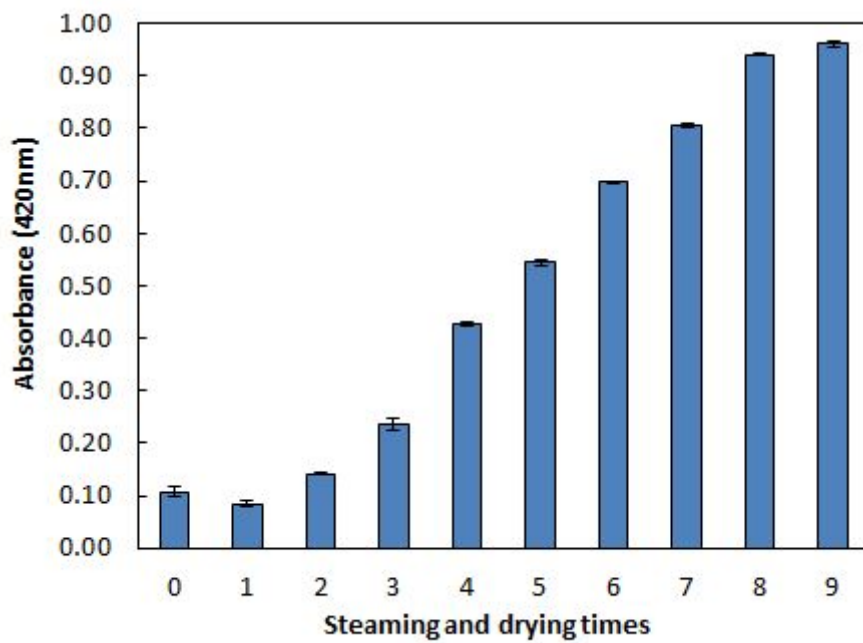


Fig. 3. Browning index of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.5. 총 수용성 당 함량

생 우영 및 증건 우영의 총 수용성 당 함량은 Fig. 4에 나타내었다. 총 수용성 당은 생 우영이 518.35 mg/g로 유의적으로 가장 높은 함량을 보였으며, 증건 과정이 반복됨에 따라 감소하여 9회 증건 시료에서 186.59 mg/g의 총 수용성 당 함량을 보였다. 이러한 감소는 추출 수율과 유사한 경향으로, 증기로 인한 수용성 당 성분의 유출에 의한 것으로 사료된다.

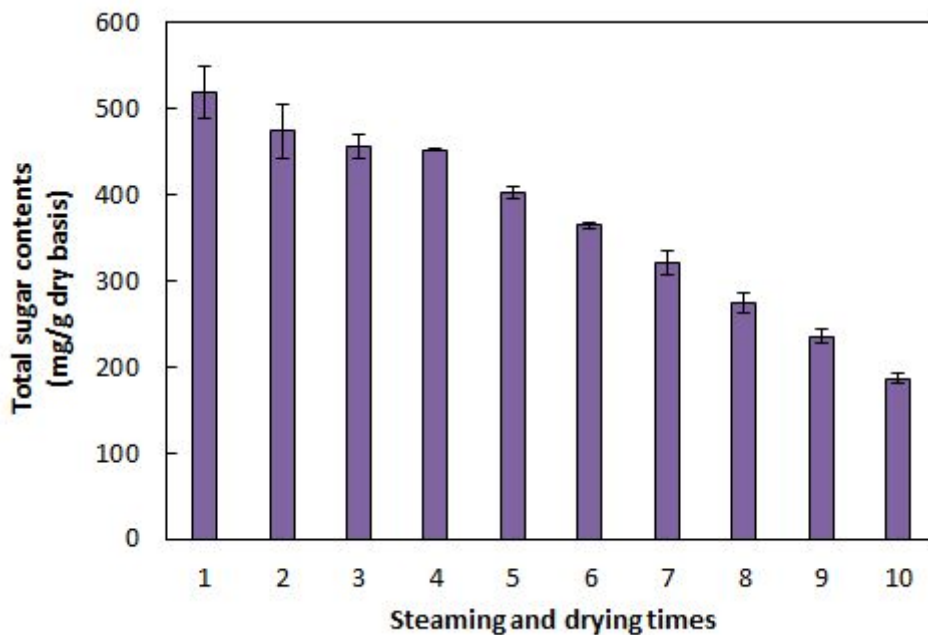


Fig. 4. Total soluble sugar content of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.6. 환원당 함량

환원당 함량 분석 결과(Fig. 5), 생 우엉에서는 119.75 mg/g의 함량을 보였으나, 증건 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 3회 증건 우엉에서 최대치인 377.00 mg/g에 도달하였고, 이후 감소하여 최종적으로 9회 증건 우엉에서 142.76 mg/g의 함량을 나타내었다. 수삼을 구증구포한 Kim Y 등(2012)의 연구에서 증포 횟수가 증가함에 따라 환원당 함량이 증가하다가 감소한다고 보고하여, 본 연구와 유사한 경향인 것을 확인하였다.

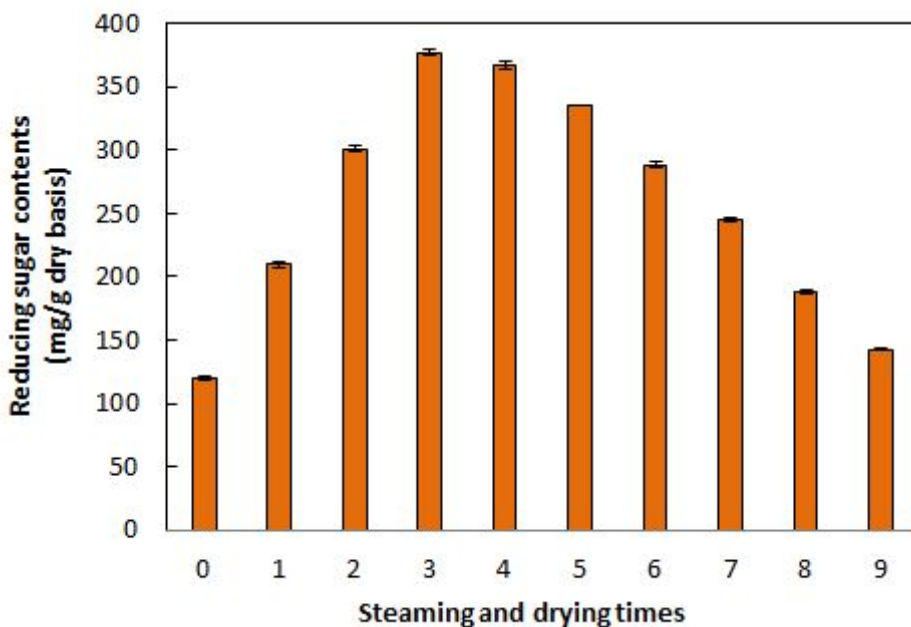


Fig. 5. Reducing sugar content of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.7. 이눌린 함량

증건 과정에 따른 이눌린 함량의 변화는 Fig. 6에 나타내었다. 생 우영의 경우 419.56 mg/g로 유의적으로 가장 많은 양의 이눌린을 함유하였으며, 증건함에 따라 점차 감소하여 4회 증건 우영에서 44.76 mg/g의 이눌린 함량을 보였고, 이후에는 유의적인 변화가 없는 것으로 나타났다. Bohm A 등(2005)의 연구에 의하면 이눌린은 포유류의 소화효소에는 저항성이 있지만, 열 또는 산 처리로 인해 β -2,1-글리코시딕 결합이 분해된다고 보고한 바 있으며, Fretzdorff B 등(2003)의 연구에서는 이눌린을 첨가한 밀가루 반죽을 오븐으로 가열하여 빵을 제조한 결과 약 67%의 이눌린 손실이 있었다고 보고하였다. 이를 토대로 볼 때, 본 연구에서의 이눌린 함량의 감소는 높은 온도에서의 반복적인 열처리 과정 중 이눌린이 분해된 결과로 사료된다.

생 우영과 증건 우영의 총 수용성 당 함량, 환원당 함량 및 이눌린 함량을 종합한 결과, 생 우영은 총 수용성 당의 약 86%가 이눌린으로 구성되어 있으나 이후 증건 횟수가 증가함에 따라 이눌린이 분해되어, 4회 이후의 증건 시료에서는 총 수용성 당의 81~96%가 환원당인 것으로 확인되었다. 그러므로 생 우영의 경우 항당뇨, 항암, 장 기능 개선 등의 이눌린 자체의 생리활성 효과가 기대되며(Chan YS 등 2011), 증건 가공한 우영, 특히 3-5회 증건한 것의 경우 환원당 함량이 많아 당도가 높은 제품을 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

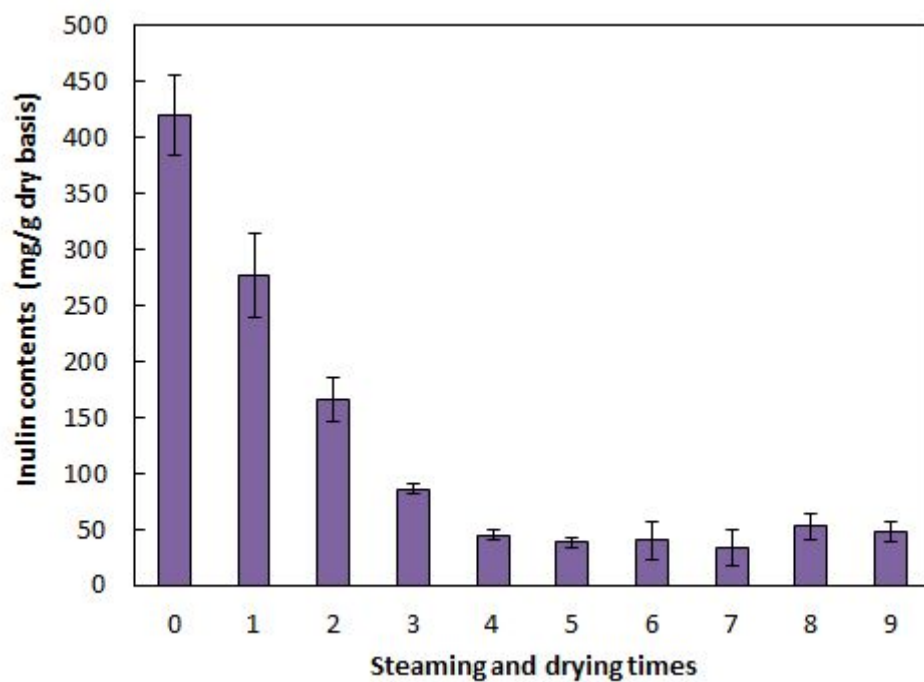


Fig. 6. Inulin content of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.8. 조사포닌 함량

사포닌은 주로 인삼의 유효성분으로 알려져 있으며, 최근 증숙 과정을 거친 홍삼, 흑삼에서 Rg3과 같은 활성이 좋은 진세노사이드가 증가한다고 보고됨에 따라 이에 관련된 연구가 활발히 진행 중에 있다(Hong HD 등 2007, Kim Y 등 2012). 반면 생 우영 및 증건 우영의 사포닌 연구는 선행되지 않아 본 실험을 진행하였고, 그 결과를 Fig. 7에 나타내었다.

생 우영의 조사포닌 함량은 2.18%로 나타났으며, 다른 근채류의 조사포닌 함량과 비교한 결과 인삼(4.24%)에 비해 절반가량 낮고, 생도라지(0.57%), 생강(0.60%)보다는 함량이 높은 것으로 나타났다(Hong HD 등 2007, Lee SJ 등 2013, Lee HR 등 2014). 또한 조사포닌 함량은 우영을 증건함에 따라 유의적으로 증가하여 5회 증건 우영에서 6.17%의 최대 함량을 보였고, 이후 감소하여 9회 증건 우영에서 4.06%의 조사포닌 함량을 나타내었다.

증건 우영이 생 우영보다 높은 조사포닌 함량을 보인 것은 증숙에 의해 세포벽과 분자 구조가 파괴됨에 따라 조직이 연화되어 사포닌의 추출 수율이 증가하여 나타난 결과인 것으로 사료되며, 도라지를 증숙 가공한 Lee SJ 등(2013)의 연구에서도 흑도라지가 생도라지에 비해 조사포닌 함량이 2배 가까이 증가한다고 발표한 바 있다. 5회 증건 이후 조사포닌의 감소는 3시간 동안 높은 온도에서의 증숙 과정이 반복됨에 따라 증기에 의해 사포닌이 용출된 것으로 보인다. 이로써 증건 우영, 특히 5회 증건 우영은 생 우영에 비해 높은 생리활성을 기대할 수 있을 것으로 판단되나, 추후 우영 사포닌의 개별 구조 및 함량에 관한 연구의 필요성이 있다.

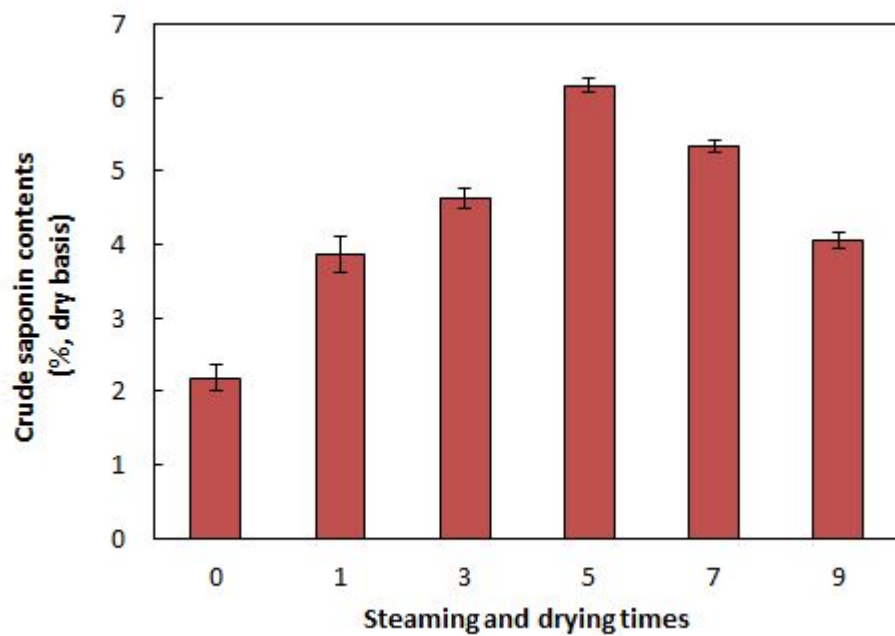


Fig. 7. Crude saponin content of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

1.9. 총 폴리페놀 함량

우엉에는 caffeic acid 유도체(caffeic acid, chlorogenic acid, cynarin)와 quercetin 등의 폴리페놀 물질이 있으며, 이러한 폴리페놀 화합물은 항산화활성 및 항종양에 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Chan YS 등 2011, Ferracane R 등 2010). 본 연구는 증건 가공이 우엉의 총 폴리페놀 함량에 영향을 미치는지 확인하기 위해 연구를 수행하였고, 그 결과를 Fig. 8에 제시하였다. 생 우엉은 11.12 mg GAE/g의 함유량을 보였으며, 더덕(6.57 mg GAE/g)(Song CH 2012), 인삼(9.00 mg GAE/g)(Hong HD 등 2007)에 비해 총 폴리페놀의 함량이 높은 것을 확인할 수 있었다. 총 폴리페놀 함량은 1회 증건 시 증가하였으며, 이후 급격히 증가하여 3, 5회 증건 시료에서 약 18~19 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높은 함유량을 보였다. 이후 증숙과 건조가 거듭될수록 총 폴리페놀 함량이 감소하여, 9회 증건 우엉에서 13.30 mg GAE/g의 총 폴리페놀 함량을 보였다. Kim Y 등(2012)의 연구에서도 인삼을 증건함에 따라 폴리페놀 함량이 점차 증가하다 감소하였다고 보고하였다. Xu G 등(2007)은 감귤류 껍질의 가열 전·후의 페놀성 화합물을 HPLC로 분석한 결과, 가열 후 유리 페놀성 화합물은 증가한 반면 에스터 결합의 분자량이 큰 페놀화합물은 감소하였다고 보고한 바 있다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 우엉 또한 열처리 과정 중 페놀화합물이 유리되어 총 페놀함량이 증가한 것으로 생각되며, 5회 증건 이후의 총 폴리페놀 물질의 함량 감소는, 증숙 과정에서의 수용성 성분의 용출 및 추출 수율의 감소에 의한 것으로 사료된다(Kang KS 등 2006).

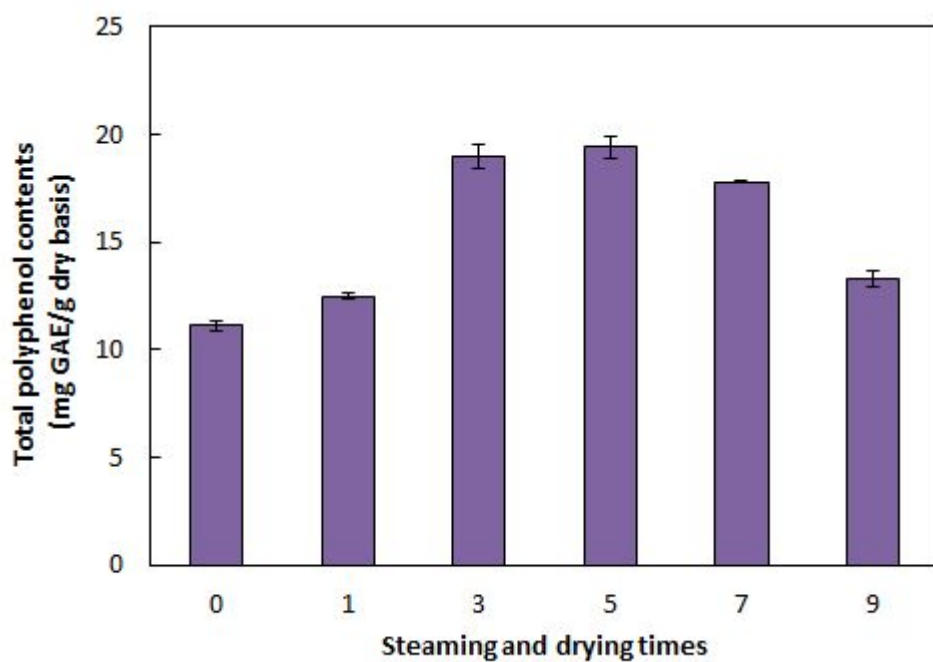


Fig. 8. Total polyphenol content of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates.

2. 항산화 활성

2.1. DPPH, ABTS 자유 라디칼 소거 활성능

Yamaguchi T 등(2001)에 의하면 우영의 자유라디칼 소거능은 당근, 양파, 청고추 등 18가지 채소 중에서 가장 높으며, 가열에 의해서 활성이 더욱 증가하였다고 보고한 바 있다. 따라서 생 우영과 증건 우영(1, 3, 5, 7, 9)의 항산화 활성을 알아보기 위해 DPPH와 ABTS 자유기 소거 활성을 측정하였으며, Trolox equivalent antioxidant activity capacity(TEAC)로 환산한 결과를 Table 3에 나타내었다.

생 우영의 DPPH 라디칼 소거능은 22.46 mg TE/g으로 나타났으며, 3회 증건 시 25.69 mg TE/g으로 증가하였다. 이후 증건 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 감소하여 9회 증건 우영에서 14.41 mg TE/g의 가장 낮은 항산화력을 보였다. ABTS 라디칼 소거능은 5회 증건한 시료에서 17.01 mg TE/g으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 이후 감소하여 9회 증건 우영에서 11.57 mg TE/g의 낮은 항산화능을 보였다. 결과적으로 생 우영과 1회 증건 시료에서는 상대적으로 낮은 항산화력을 보였으나 3-5회 증건 시 자유라디칼 소거활성이 증가하였고, 이후 증건 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 항산화능이 감소하는 것을 확인할 수 있었다.

항산화 활성을 절대적으로 평가할 수 있도록 각 라디칼 용액에 대해 50%의 자유라디칼 소거능을 나타내는 시료의 농도를 EC₅₀ value로 나타낸 결과(Table 3), DPPH의 EC₅₀값은 3회 증건 우영(3.59 mg/mL)에서, ABTS의 EC₅₀값의 경우 5회 증건 우영(3.14 mg/mL)에서 가장 낮은 값을 보였다. 따라서 생 우영보다 3-5회 증건 처리한 우영에서 더 높은 항산화력을 보이는 것으로 나타났다. Song CH 등(2012)의 연구에서

도 생 더덕 물 추출물에서 6.68 mg/mL EC₅₀ value를 보였으나, 증건 후 1.65 mg/mL EC₅₀ value로 감소한다고 하여 증숙처리에 의한 항산화력의 증가가 있음을 보고하였다.

Table 3. Trolox equivalent antioxidant capacity and EC₅₀ value of burdock according to steaming and drying process times.

Steaming and drying times	TEAC ¹⁾		EC ₅₀ value ²⁾	
	(mg TE/g dry basis)		(mg/mL)	
	DPPH	ABTS	DPPH	ABTS
0	22.46±0.22 ^{b3)}	10.68±0.23 ^e	3.67±0.04 ^{cd}	4.49±0.05 ^a
1	22.43±0.35 ^b	11.20±0.12 ^{de}	3.77±0.09 ^{cd}	4.51±0.03 ^a
3	25.69±0.60 ^a	15.67±0.22 ^b	3.59±0.09 ^d	3.42±0.06 ^c
5	22.88±0.24 ^b	17.01±0.30 ^a	3.87±0.10 ^c	3.14±0.07 ^d
7	18.76±0.11 ^c	14.03±0.55 ^c	4.57±0.12 ^b	3.47±0.15 ^c
9	14.41±0.16 ^d	11.57±0.43 ^d	5.60±0.15 ^a	4.08±0.16 ^b

All results are expressed as mean±SD for three replicates

¹⁾ TEAC: Trolox equivalent antioxidant capacity

²⁾ EC₅₀ value: Effective concentration to decrease DPPH and ABTS radical by 50%

³⁾ Different superscripts in the same column are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

2.2. FRAP 활성

생 우영과 증건 우영 열수추출물의 FRAP 활성 측정 결과(Fig. 9), 생 우영은 88.49 mg TEAC/g의 활성을 보였으며, 증건 횟수가 증가함에 따라 유의적으로 증가하여 3, 5회 증건 우영에서 최대 활성(121.63~122.97 mg TEAC/g)을 보였다. 이후 증건함에 따라 활성이 큰 폭으로 감소하여 9회 증건 우영은 생 우영보다 낮은 77.36 mg TEAC/g의 항산화 활성을 나타내었다. 이러한 증건에 따른 항산화능의 증가 후 감소 경향은 갈색도, 조사포닌, 총 폴리페놀 함량의 결과와 유사한 것으로 나타났다. 항산화능의 증가는 우영이 증건 가공을 거치며 조직의 유연화로 인한 폴리페놀 등 항산화 물질의 용출의 증가, 또는 열처리에 의한 비효소적 갈변반응으로 melanoidin과 같은 MRPs(mailard reaction products)의 생성에 의한 것으로 사료된다(Murakami M 등 2004). 7회 이상의 증숙 공정을 거친 우영에서의 항산화능 감소는 긴 시간의 증숙과 건조가 반복되면서 수용성 생리활성 성분의 용출이 일어난 결과로 보인다(Yamaguchi T 등 2001).

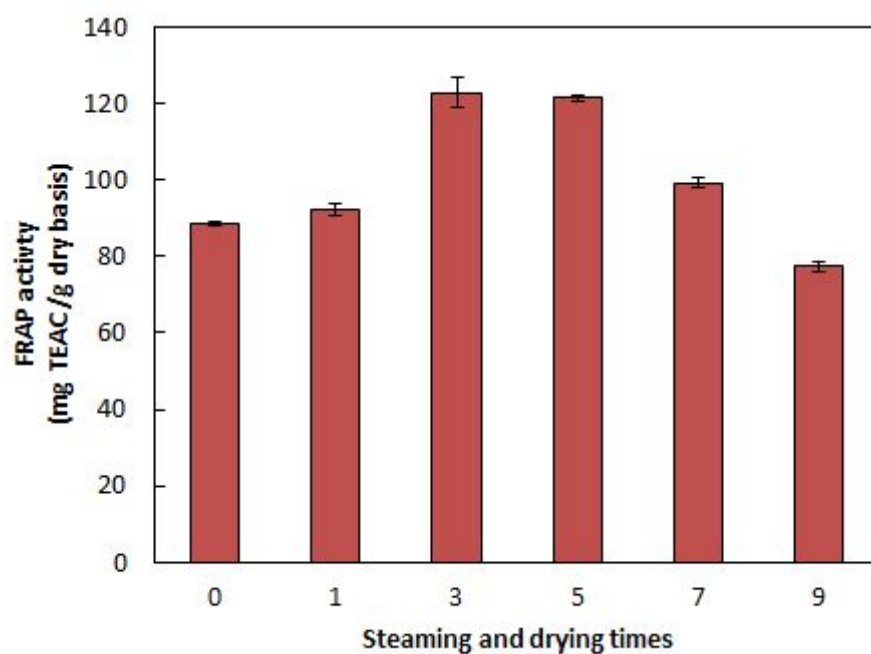


Fig. 9. FRAP activity of burdock according to steaming and drying process times.

All results are expressed as mean \pm SD for three replicates

3. 관능평가

정량적 묘사 분석(QDA)은 시료의 관능적 특성을 보다 정량적인 수치로 평가하는 방법으로(Cartier R 등 2006), 증건에 따른 우영의 관능적 특성변화를 살펴보고자 본 연구를 시행하였으며, 15점 선척도로 평가한 결과를 Table 4와 Fig. 10에 나타내었다.

시료의 연두색 정도는 생 우영에서 9.82로 유의적으로 가장 높은 값을 보였고, 다음 1회 증건 시료에서 3.43으로 큰 폭으로 감소하였으며, 이후 증건 시료에서는 0.74~1.00으로 낮은 연두색의 정도를 보였다. 이는 본 연구의 생 우영 분말색도의 적색도 측정값의 경향과 일치하였다. 갈색 정도는 연두색 정도의 결과와는 반대로 생 우영의 시료에서 0.70으로 유의적으로 가장 낮게 나타났으며, 5, 7회 증건 시료에서 11.32, 11.49로 갈색의 정도가 가장 진하다고 평가되었고, 9회 증건한 시료에서는 10.14로 감소하였다. 이는 본 연구의 열수추출물의 갈색도의 결과와 경향이 일치하는 것으로 나타났다.

냄새 특성에 대해 평가한 결과, 풋내와 뿌리채소 냄새의 경우 생 우영에서 가장 높게 나타났으나, 이후 유의적으로 감소하여 3-9회 시료에서 낮은 값을 보였으며, 시료 간 유의적인 차이는 존재하지 않았다. 단 냄새와 구수한 냄새 특성의 경우 풋내 및 뿌리채소 냄새와 반대로, 생 우영이 유의적으로 가장 낮은 값을 보였으며, 이후 증가하여 3-9회 증건 우영에서 높은 값을 보였다.

후각 및 미각적 지각의 카라멜 향미는 생 우영에서 2.96의 유의적으로 가장 낮은 값을 보였으며, 이후 증가하여 3, 5, 7회 증건 우영에서 8.33~9.29의 높은 수치를 보였으나 9회 증건 시 8.00으로 감소하였다.

카라멜 향미는 갈색도와 경향이 같았으며, 뿌리채소 향미는 뿌리채소

냄새와 경향성이 같은 것을 확인할 수 있었다. 단맛은 생 우엉 시료에서 4.10으로 가장 낮은 것으로 나타났으며, 이후 증가하여 3, 5, 7회 증건 우엉에서 높게 평가되었고 9회 증건 시 감소하여 6.39의 값을 보였다. 단맛은 본 연구의 환원당 함량 변화와 유사했으며, 이는 이눌린이 분해됨에 따라 과당이 생성되어 감미가 높아진 것으로 사료된다. 쓴맛은 생시료에서 7.55로 유의적으로 높게 나타났으며, 3-7회 증건 우엉에서 낮은 값을 보여 단맛의 결과와 반대적인 경향을 보였다.

떫음과 금속성의 구강감각요인은 생 우엉에서 유의적으로 가장 높게 나타났으며(6.72, 7.53), 3회 증건 우엉에서 가장 낮은 수치(4.55, 4.97)를 보였다. 바디감은 증건 횟수가 증가함에 따라 증가하여 5-9회 증건 시료에서 6.92-7.09로 높은 값을 보였으며, 섭취 후 느껴지는 입안의 코팅 정도와 구수한 향미는 5회 증건 시료에서 유의적으로 가장 높게 나타났다.

관능평가 결과를 종합해 보면, 증건 횟수가 증가함에 따라 초기 관찰되었던 연두색은 사라지고 갈색의 정도가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 꽃내, 뿌리채소 냄새, 쓴맛, 떫은, 금속성의 특성들은 증건함에 따라 감소하였으며, 단 냄새, 구수한 냄새, 바디감은 높아지는 경향을 보였다. 카라멜 향미와 단맛은 증건 횟수에 따라 증가하다가, 9회 증건 시료에서 7회 증건 시료에 비해 유의적으로 감소하였으며, 이는 환원당 및 수용성 성분들의 용출에 의한 것으로 사료된다. 인삼을 삼증삼포한 Cheon HY 등(2005)의 연구에서도 갈색도, 꽃내, 단맛 등의 항목에서 본 연구와 유사한 결과가 확인되었다.

Table 4. Sensory evaluation of burdock according to steaming and drying process times.

Classification	Attributes	Steaming and drying times					
		0	1	3	5	7	9
Appearance (Color)	Yellowish green	$9.82 \pm 1.50^{a1)}$	3.43 ± 2.21^b	1.00 ± 0.73^c	0.64 ± 0.54^c	0.63 ± 0.47^c	0.74 ± 0.44^c
	Brown	0.70 ± 0.49^e	2.49 ± 0.80^d	6.57 ± 1.48^c	11.32 ± 0.88^a	11.49 ± 1.35^a	10.14 ± 0.97^b
Odor/Aroma	Grass odor	9.72 ± 1.90^a	6.28 ± 1.52^b	2.60 ± 0.82^c	2.44 ± 0.84^c	2.16 ± 0.64^c	2.45 ± 0.66^c
	Rooty odor	10.67 ± 1.18^a	7.14 ± 1.56^b	5.49 ± 0.87^c	4.91 ± 1.24^c	5.16 ± 1.01^c	5.57 ± 1.30^c
	Sweet odor	2.79 ± 1.51^c	4.18 ± 1.39^b	7.00 ± 1.11^a	6.91 ± 1.58^a	6.43 ± 1.11^a	6.53 ± 1.48^a
	Savory odor	3.21 ± 1.47^c	5.62 ± 1.96^b	8.69 ± 1.51^a	8.84 ± 1.27^a	8.93 ± 1.53^a	9.04 ± 1.49^a
Flavor	Rooty flavor	10.93 ± 1.47^a	9.09 ± 1.25^b	6.80 ± 1.33^c	6.84 ± 1.25^c	6.91 ± 1.11^c	6.94 ± 1.17^c
	Caramel flavor	2.96 ± 1.47^e	4.17 ± 1.45^d	8.33 ± 1.41^{bc}	8.96 ± 1.36^{ab}	9.29 ± 1.60^a	8.00 ± 2.48^c
Taste	Sweet taste	4.10 ± 2.11^d	5.33 ± 1.32^c	8.46 ± 1.48^a	8.64 ± 1.22^a	7.66 ± 1.95^a	6.39 ± 2.08^b
	Bitter taste	7.55 ± 2.99^a	5.50 ± 1.51^b	4.07 ± 1.58^c	4.05 ± 1.72^c	4.95 ± 2.06^{bc}	5.63 ± 2.24^b

Texture /Mouth feel	Astringent	6.72±1.72 ^a	5.22±2.13 ^{bc}	4.55±1.23 ^c	5.59±1.63 ^b	5.53±1.65 ^b	6.15±1.60 ^{ab}
	Metallic	7.53±1.73 ^a	6.00±2.17 ^{bc}	4.97±1.44 ^c	5.66±1.43 ^{bc}	5.38±1.65 ^{bc}	6.25±1.83 ^b
	Body	4.32±1.82 ^c	5.01±1.75 ^c	5.85±1.49 ^b	6.92±1.24 ^a	7.01±1.46 ^a	7.09±1.17 ^a
After taste	Coating	5.02±1.83 ^c	5.90±1.81 ^{bc}	6.59±1.46 ^{ab}	7.52±1.36 ^a	6.94±1.64 ^{ab}	6.34±2.31 ^b
	Savory flavor	4.32±1.73 ^d	5.80±1.69 ^c	9.24±1.61 ^{ab}	9.99±1.24 ^a	8.65±1.63 ^b	8.60±1.83 ^b

All results are expressed as mean±SD for three replicates.

¹⁾ Different superscripts in the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan' s multiple range test.

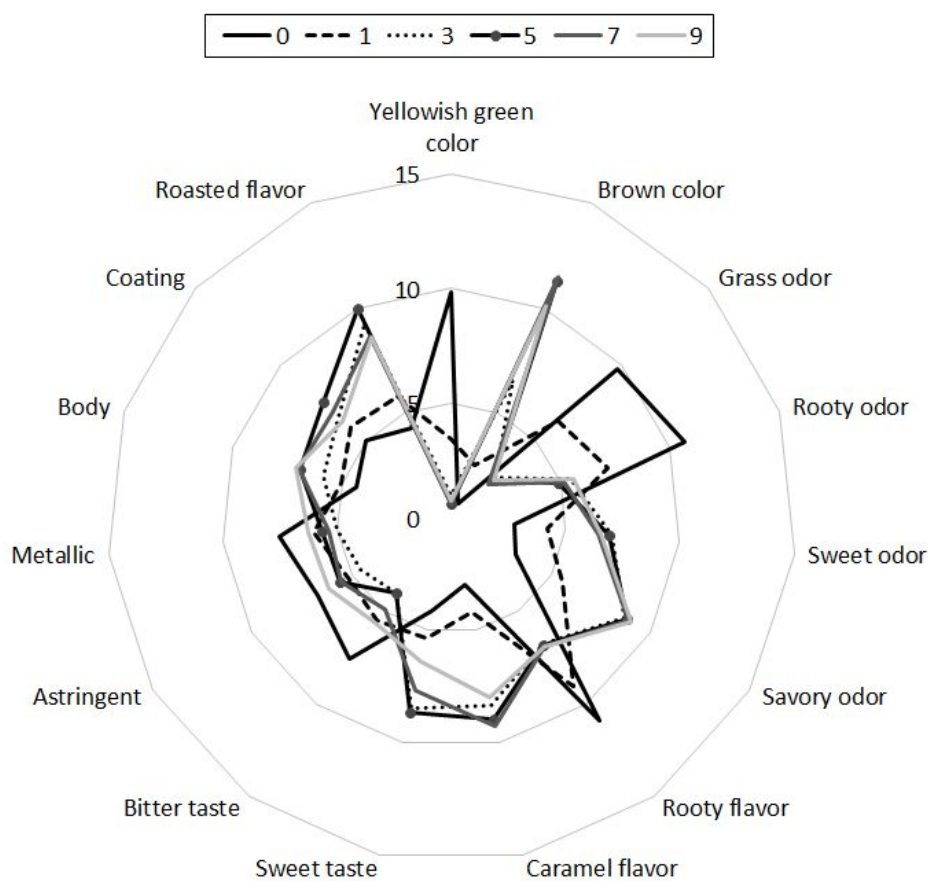


Fig. 10. QDA profiles for the sensory evaluation scores of burdock according to steaming and drying process times.

IV. 요약 및 결론

우엉은 다양한 생리활성을 가지고 있으며 가격이 저렴하고 재배가 쉬운 특징이 있어 각광받고 있으나, 아직은 가공 제품 등에 대한 연구가 활발하지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 증건 가공을 우엉에 적용, 제조하여 그것의 특성을 분석함으로써 우엉의 활용을 증진 시키고자 하였다. 증숙(3h, 90~95℃)과 열풍건조(20h, 60℃)를 9회 반복 수행하여 시료를 제조하였으며, 이를 가지고 증건 횟수에 따른 이화학적 변화 및 관능적 특성을 연구하였다.

1. 일반성분 분석 결과 생 우엉에서 81.95%의 수분함량을 보였으며, 증건함에 따라 감소하여 최종적으로 7.64%의 함량을 보였다. 탄수화물, 조단백, 조지방의 함량은 수분함량이 감소함에 따라 증가하는 경향을 보였으며, 조섬유의 함량은 초기 1.83%에서 9회 증건 시 71.85%로 증가하였다.

2. 분말색도 측정 결과, 명도는 초기 84.49에서 9회 처리 시 39.41로 점차 감소하였으며, 적색도와 황색도는 4회 처리 시까지 증가한 후 이후 감소하였다. 갈색도의 경우 생 우엉은 0.15의 흡광도를 보였으며, 1회 증건 후 0.11로 감소하였다. 이후 7회 증건시 까지 유의적으로 증가하여 0.67로 가장 높은 값을 보였고, 8-9회 증건 시에는 다시 감소하여 9회 증건 우엉은 0.52의 갈색도를 나타내었다.

3. 열수추출물의 추출 수율을 측정한 결과, 0-3회 증건한 시료에서는 68.95~64.73%의 추출 수율을 보였으나, 이후 점차 감소하여 9회 증건한 시료에서 27.10%의 가장 낮은 추출 수율을 보였다.

4. 총 수용성 당 함량은 생 우엉(518.32 mg/g)에서 가장 높았으며 증건함에 따라 감소하여 9회 증건 우엉에서 186.59 mg/g의 함량을 보였다. 생 우엉의 환원당 함량은 119.75 mg/g이었고, 3회 증건 우엉에서 377.00 mg/g의 최대값을 보였으며, 이후 감소해 9회 증건 우엉에서 142.76 mg/g의 환원당 함량을 나타내었다. 이눌린 함량은 생 우엉(419.56 mg/g)에서 가장 높게 나타났고, 증건함에 따라 감소하여 4회 처리 시 44.76 mg/g의 함량을 보였으며 이후 큰 변화는 없었다.

5. 생 우엉 및 증건 우엉의 조사포닌 함량 측정 결과, 생 우엉의 조사포닌 함량은 2.18%로 나타났으며, 증건함에 따라 유의적으로 증가하여 5회 증건 우엉에서 6.17%의 최대 함량을 보였고, 이후 감소하여 최종 9회 증건 우엉에서 4.06%의 조사포닌 함량을 나타내었다.

6. 총 폴리페놀 함량은 생 우엉에서 11.12 mg GAE/g의 함유량을 보였으며, 3, 5회 증건 시료에서 약 18~19 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높은 함유량을 보였다. 이후 증숙과 건조가 거듭될수록 총 폴리페놀 함량이 감소하여 최종 9회 증건 우엉에서 13.30 mg GAE/g의 총 폴리페놀 함량을 보였다.

7. 항산화 활성을 보고자 DPPH, ABTS 자유라디칼 소거능 및 FRAP 활성을 측정한 결과, DPPH 총 항산화력은 생 우엉에서 22.46 mg TE/g으로 나타났으며, 3회 증건 시 25.69 mg TE/g으로 크게 증가 후 감소하여 9회 증건 우엉에서 14.41 mg TE/g의 낮은 항산화력을 보였다. ABTS 라디칼 소거능은 5회 증건한 시료에서 17.01 mg TE/g으로 유의적으로 가장 높게 나타났으며, 이후 감소하였다. FRAP 활성 측정 결과, 생 우엉은 88.49 mg TEAC/g의 활성을 보였으며, 3, 5회 증건 우엉에서 최대 활성(121.63~122.97 mg TEAC/g)을 보였다.

8. 관능평가 결과, 생 우엉 및 초기 증건 시료에서 풋내, 뿌리채소 냄새, 쓴맛, 떼은, 금속성의 특성 강도가 높았으나, 이후 증건 횟수가 증가함에 따라 감소하였고, 반면에 단 냄새, 구수한 냄새, 카라멜 향미 및 바디감의 특성 강도가 높아진 것을 확인 할 수 있었다.

이번 연구를 통해 증건 횟수에 따른 우엉의 이화학적 변화 및 관능적 특성을 확인하였으며, 실험결과를 종합해 보았을 때 생 우엉의 경우 이눌린의 생리활성 효과가 기대되며, 3-5회 증건 한 우엉에서는 총 폴리페놀 및 사포닌 함량의 증가로 인한 높은 항산화 활성과 단맛을 기대할 수 있을 것으로 사료된다. 이번 연구는 우엉의 이용 가능성을 증진 시킬 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

AOAC. Official method of analysis. 15th ed. Method 777, 780, 788. The association of official analytical chemistry, Washington, DC, USA (1990)

Awale S, Lu J, Kalauni SK, Kurashima Y, Tezuka Y, Kadota S, Esumi H. Identification of arctigenin as an antitumor agent having the ability to eliminate the tolerance of cancer cells to nutrient starvation. *Cancer Res.* 66: 1751-1757 (2006)

Ashoor SH, Zent JB. Maillard browning of common amino acids and sugars. *J. Food Sci.* 49(4): 1206-1207 (1984)

Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power” : The FRAP assay. *Anal. Biochem.* 239(1): 70-76 (1996)

Bohm A, Kaiser I, Trebstein A, Henle T. Heat-induced degradation of inulin. *Eur. Food Res. Technol.* 220(5-6): 466-471 (2005)

Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Sci. Technol.* 28(1): 25-30 (1995)

Cartier R, Rytz A, Lecomte A, Poblete F, Krystlik J, Belin E, Martin N. Sorting procedure as an alternative to quantitative descriptive analysis to obtain a product sensory map. *Food Qual Prefer.* 17(7): 567-571 (2006)

Chan YS, Cheng LN, Wu JH, Chan E, Kwan YW, Lee SM,

Leung PH, Yu HF, Chan SW. A review of the pharmacological effects of *Arctium lappa* (burdock). Inflammopharmacol. 19(5): 245–254 (2011)

Cheon HY. Quality characteristics of three times-steamed and dried ginseng extracts, M.A thesis, Joongbu University, Chungcheongnam-do, KOR (2005)

Chen FA, Wu AB, Chen CY. The influence of different treatments on the free radical scavenging activity of burdock and variations of its active components. Food chem. 86(4): 479–484 (2004)

Do BS, Lim RJ. Korea medicinal plant dictionary. Yeo-Gang publisher. Seoul, Korea (2001)

Dubois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PA, Smith F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal. Chem. 28(3): 350–356 (1956)

Ferracane R, Graziani G, Gallo M, Fogliano V, Ritieni A. Metabolic profile of the bioactive compounds of burdock (*Arctium lappa*) seeds, roots and leaves. J. Pharmaceut. Biomed. 51(2): 399–404 (2010)

Fretzdorff B, Welge N. 1 Fructan-und raffinosegehalte im vollkorn einiger eetreidearten und pseudo-cerealien. Getreide Mehl und Brot. 57(1): 3–8 (2003)

Han SJ, Koo SJ. Study on the chemical composition on bamboo shoot, lotus root and burdock : free sugar, fatty acid, amino acid and dietary fiber. Korean J. Soc. Food Sci. 9(2): 82–87 (1993)

Hong HD, Kim YC, Gho JH, Kim KT, Lee YC. Changes on physicochemical properties of panax ginseng C. A. Meyer during repeated steaming process. J. Ginseng Res. 31(4): 222–229 (2007)

Hong II, Choi SK. A study on the development of burdock Gruel. Kor. J. Culinary Res. 20(1): 18–26 (2014)

Im DY, Lee KI. Antioxidative activity and tyrosinase inhibitory activity of the extract and fractions from *Arctium lappa* roots and analysis of phenolic compounds. Kor. J. Pharmacogn. 45(2): 141–146 (2014)

Ju YS, Jung JG. Medicinal source phytology. Yeong-Rim publisher. Seoul, KOR. pp. 110–115 (2005)

Kang KS, Kim HY, Pyo JS and Yokozawa T. Increase in the free radical scavenging activity of ginseng by heat-processing. Biol. Pharm. Bull. 29(4): 750–754 (2006)

Kim CS, Jang DS, Che SY. Histological characteristics of korean red Ginseng in steaming processes. Korean J. Medicinal crop Sci. 14(1): 36–40 (2006)

Kim DO, Lee LW, Lee HJ, Lee CY. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolic phytochemicals. J. Agric. Food Chem. 50(13): 3713–3717 (2002)

Kim Y, Kim YJ, Wang C, Min JW, Jung SY, Yang DC. Ginsenosides and physiochemical properties in ginseng by new 9 repetitive steaming and drying process. Korean J. Plant Res. 25(4): 473–481 (2012)

Kim MK, Kim WM, Lee HJ, Choi EY. Optimization of muffin preparation by addition of dried burdock (*Arctium Lappa L*) powder and oligosaccharide by response surface methodology. Korean J. Food Cookery. 26(5): 575–585 (2010)

Kim HJ, Lee JY, You BR, Kim HR, Choi JE, Nam KY, Moon BD, Kim MR. Antioxidant activities of ethanol extracts from black ginseng prepared by steaming–drying cycles. J Korean Soc Food Sci Nutr. 40(2): 156–162 (2011)

Lim JA. The study of antioxidation on wooung(*Arctium lappa L.*)root. M.A thesis, Pusan National University, Pusan, KOR (1998)

Lim JH, Jeong MC, Moon KD. Purification and characterization of polyphenol oxidase from burdock (*Arctium Lappa L.*). Korean J. Food Preserv. 12(5): 489–495 (2005)

Li YJ, Shi W, Li YD, Zhou Y, Hu XF, Song CN, Ma HB, Wang CW, Li Y. Neuroprotective effects of chlorogenic acid against apoptosis of PC12 cells induced by methylmercury. Environ. Toxicol. Phar. 26:13–21 (2008)

Lee CB. An illustrated guide to Korean flora. Hyang–Mun publisher. Seoul, KOR (2003)

Lee HR, Lee JH, Park CS, Ra KR, Ha JS, Cha MH, Kim SN, Choi YM, Hwang JB, Nam JS. Physicochemical properties and antioxidant capacities of different parts of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). J Korean Soc Food Sci Nutr. 43(9): 1369–1379 (2014)

Lee JH, Lim JH, Cheung JD, Suh DW. Major characteristics of burdock(*Arctium lappa* L.) native to Yeong-Nam region. Korean J. Plant. Res. 16(1): 8-14 (2003)

Lee SJ, Shin SR, Yoon KY. Physicochemical properties of black doraji (*Platycodon grandiflorum*). Korean J. Food SCI. 45(4): 422-427 (2013)

Maruta Y, Kawabata J, Niki R. Antioxidative cafeoylquinic acid derivatives in the roots of burdock(*Arctium lappa* L.). J. Agric. Food Chem. 43(10): 2592-2595 (1995)

Mathew AG, Parpia HAB. Food browning as a polyphenol reaction. Adv Food Res. 19: 75-145 (1971)

Miller GL. Use of Dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. Anal. Chem. 31(3): 426-428 (1959)

Murakami M, Yamaguchi T, Takamura H, Atoba TM. Effects of thermal treatment on radical-scavenging activity of single and mixed polyphenolic compounds. J. Food Sci, 69(1): FCT7-FCT10 (2004)

Pari L, Prasath A. Efficacy of caffeic acid in preventing nickel induced oxidative damage in liver of rats. Chem. Biol. Interact. 173: 77-83 (2008)

Rault-Nania MH, Demougeot C, Gueux E, Berthelot A, Dzimira S, Rayssiguier Y, Rock E, Mazur A. Inulin supplementation prevents high fructose diet-induced hypertension in rats. Clin. Nutr. 27: 276-282 (2008)

Shibata M, Noguchi R, Suzuki M, Iwase H, Soeda K, Niwayama

K, Kataoke E, Hamano M. Pharmacological studies on medicinal plant components. I. On the extracts of *Ophiopogon* and some folk medicine. *Proc Hoshi Pharm.* 13: 66–76 (1971)

Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic–phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Vitic.* 6(3): 144–158 (1965)

Song CH, Seo YC, Choi WY, Lee CG, Kim Du, Chung JY, Chung HC, Park DS, Ma CJ, Lee HY. Enhancement of antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* by stepwise steaming process. *Korea J. Medicinal Crop Sci.* 20(4): 238–244 (2012)

Takasaki M, Konoshima T, Komatsu K, Tokuda H, Nishino H. Anti–tumorpromoting activity of lignans from the aerial part of *Saussurea medusa*. *Cancer Lett.* 158: 53–59 (2000)

Wei L, Wang J, Zheng XD, Teng D, Yang Y, Cai CG, Feng TH, Zhang F. Studies on the extracting technical conditions of inulin from Jerusalem artichoke tubers. *J. Food Eng.* 79(3): 1087–1093 (2007)

Xu G, Ye X, Chen J, Liu D. Effect of heat treatment on the phenolic compounds and antioxidant capacity of citrus peel extract. *J. Agr. Food chem.* 55(2): 330–335 (2007)

Yamaguchi T, Katsuda M, Oda Y, Terao J, Kanazawa K, Oshima S, Inakuma T, Ishiguro Y, Takamura H, Matoba T. Influence of polyphenol and ascorbate oxidases during cooking process on the radical–scavenging activity of vegetables. *Food*

Sci. Technol. Res. 9(1): 79–83 (2003)

Yamaguchi T, Mizobuchi T, Kajikawa R, Kawashima H, Miyabe F, Terao J, Matoba T. Radical-scavenging activity of vegetables and the effect of cooking on their activity. Food Sci. Technol. Res. 7(3): 250–257 (2001)

Abstract

Changes on Physicochemical
Properties and Sensory
Characteristics of
Burdock (*Arctium lappa* L.)
according to Steaming and
Drying Process Times

Lee, Geum Yang

Department of Food and Nutrition

The Graduate School

Seoul National University

This study investigated changes on physicochemical, antioxidant and sensory properties of burdock during 9 times of steaming(90°C, 3h) and drying(60°C, 20h) processes. The crude fiber contents were increased from 1.83% to 24.21% during the processes. As a result of sugar contents, fresh burdock had the highest content of total soluble sugar(518.35 mg/g) and inulin(86%), and the burdock which was processed 3 times of steaming and drying, had the highest content of reducing sugar(377.00 mg/g). Browning index was increased until 7th times of processing and then decreased. Crude saponin showed the highest content(6.17%) at 5th times of processing. Total polyphenol content and antioxidant activity(DPPH, ABTS, FRAP) showed relatively high values at 3rd and 5th times of steaming and drying processes. As processing times increase, sensory scores of grass odor, root odor, bitter taste, astringent and metallic taste were low, whereas those of sweet odor, savory odor, caramel flavor, and body feel were high.

Keywords: burdock, steaming process, physicochemical properties, antioxidant activity, sensory evaluation

Student number: 2013–21504